шифр
[illegible]

55-11-46

Открытая региональная межвузовская олимпиада вузов
Томской области «ОРМО».

ТИТУЛЬНЫЙ ЛИСТ

Олимпиадная работа по [illegible] вариант
(название предмета)

выполнена(а)

Фамилия [illegible]

Имя [illegible]

Отчество [illegible]

Класс [illegible]

Наименование школы [illegible]

Город (село) [illegible]

Район [illegible]

Область [illegible]

Страна [illegible] Гражданство [illegible]

Дата рождения [illegible]

Контактный телефон [illegible]

E-mail [illegible]

[illegible]

Подпись участника [illegible]

М.В. Ломоносов
(1711–1765гг.)

ТЕТРАДЬ

для 11 класс

Пигузова Александра

учени ____ класса ____

физика школы ____

Казахстан, г Павлодар

НА Прокудина

СВ Данилов

ВА Егорова

55-11-16

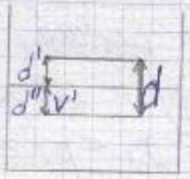
№2 Дано:

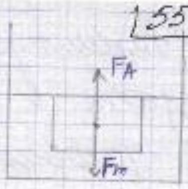
$\rho_т < \rho_в$

d

T

$\rho_т - ?$





Решение:

1 Рассмотрим случай, когда тело находится на поверхности воды в состоянии покоя:

$F_т = F_A$ Сила тяжести равна силе Архимеда

$mg = \rho g V'$

$m = \rho V \Rightarrow \rho_т V_т g = \rho_в g V'$ сократим g

$\rho_т V_т = \rho_в V'$

$$\frac{V'}{V_т} = \frac{\rho_т}{\rho_в}$$

$$\frac{d''}{d} = \frac{\rho_т}{\rho_в}$$

т.к. $d'' = d - d'$, то

$$\frac{d''}{d} = \frac{d-d'}{d} = \frac{\rho_т}{\rho_в}$$ подставим вместо d'' выражение $d-d'$

Выразим искомое $\rho_т$:

I $\rho_т = \frac{(d-d')\rho_в}{d}$

2) Рассмотрим случай, когда шайба падает в воду и совершает колебания. Из условия $\rho_т < \rho_в \Rightarrow F_A > F_m$ (сила Архимеда больше силы тяжести), тогда найдём результирующую силу F (для данного случая F - сила упругости)

$F = F_A - F_m$

$F_{упр} = k\Delta X$

Когда тело совершает колебания, оно смещается относительно покоя на $d' \Rightarrow \Delta X = d'$

II $kd' = F_A - F_m$

Найдём k из формулы T (период пружинного маятника), так как колебания тела будут напоминать колебания пружины:

$T = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}}$

$T^2 = 4\pi^2\frac{m}{k}$ выразим k:

$k = \frac{4\pi^2 m}{T^2}$ [55-11-46]

Так как $m = \rho V$, то

$k = \frac{4\pi^2 \rho_т V}{T^2}$

Выразим d' из выражения II:

$d' = \frac{F_A - F_т}{k}$

Так как $F_A = \rho_в V g$, а $F_т = \rho_т V g$, то

$d' = \frac{(\rho_в V g - \rho_т V g) \cdot T^2}{4\pi^2 \rho_т V}$

В данном случае объемы тела и жидкости равны, так что можно сократить V: $d' = \frac{T^2 g (\rho_в - \rho_т)}{4\pi^2 \rho_т}$

Из выражения I:

$\rho_т = \frac{(d - d')\rho_в}{d}$

$\rho_т d = \rho_в (d - d')$

Заменим d'

$\rho_т d = \rho_в \left(d - \frac{T^2 g (\rho_в - \rho_т)}{4\pi^2 \rho_т}\right)$

$\rho_т d = \rho_в d - \frac{\rho_в T^2 g (\rho_в - \rho_т)}{4\pi^2 \rho_т}$ раскроем скобки

$\rho_в T$

$\frac{\rho_в T^2 g(\rho_в-\rho_т)}{4\pi^2\rho_т} = d(\rho_в-\rho_т)$ Сократим $(\rho_в-\rho_т)$

$\frac{\rho_в T^2 g}{4\pi^2\rho_т} = d$

$\rho_в T^2 g = d\cdot 4\pi^2 \rho_т$

$\rho_т = \frac{\rho_в T^2 g}{4\pi^2 d}$ Найдем $\rho_т$:

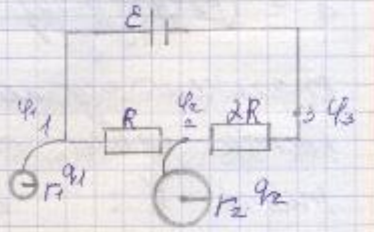
10

Ответ: $\rho_т = \frac{\rho_в T^2 g}{4\pi^2 d}$

№3

Дано:
$r=0$
r_1, r_2
$\mathcal{E}$
$R, 2R$
q_1, q_2 - ?

Решение:



Так как $r=0$ (внутреннее сопротивление источника), то $\mathcal{E}$ (эдс) распределится по трем точкам цепи без потерь.

Так как $R_2 = 2R_1$, $R_{общ} = 3R$ (последовательное соединение)

$$\begin{cases} U_1 = \varphi_1 - \varphi_2 = \frac{\mathcal{E}}{3} \\ U_2 = \varphi_2 - \varphi_3 = \frac{2\mathcal{E}}{3} \end{cases}$$

Пусть потенциалы для 1 и 2 шаров: 55-11-46

$\varphi_1 = \frac{q_1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r_1}$, $\varphi_2 = \frac{q_2}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r_2}$, тогда, 2

подставив в нашу систему уравнений, мы получим:

$$\frac{q_1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r_1} - \frac{q_2}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0 r_2} = \frac{\mathcal{E}}{3}.$$

Вынесем общие множители за скобки:

$$\frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}\left(\frac{q_1}{r_1} - \frac{q_2}{r_2}\right) = \frac{\mathcal{E}}{3}$$

$$k = \frac{1}{4\pi\varepsilon\varepsilon_0}$$

$$\mathrm{I}\quad k\left(\frac{q_1}{r_1} - \frac{q_2}{r_2}\right) = \frac{\mathcal{E}}{3}$$

Так как заряд шар пропорционален его площади, то:

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{S_1}{S_2}$$

т.к. $S = 4\pi r^2$, то

$$\frac{q_1}{q_2} = \frac{4\pi r_1^2}{4\pi r_2^2} = \frac{r_1^2}{r_2^2} \Rightarrow q_2 = \frac{q_1 r_2^2}{r_1^2}$$

Подставим значение q_2 в формулу I:

$$k\left(\frac{q_1}{r_1}-\frac{q_1 r_2^2}{r_1^2 r_2}\right)=\frac{\mathcal{E}}{3}$$

$$k\left(\frac{q_1}{r_1}-\frac{q_1 r_2}{r_1^2}\right)=\frac{\mathcal{E}}{3}$$ Сократим r_2:

$$kq_1\left(\frac{1}{r_1}-\frac{r_2}{r_1^2}\right)=\frac{\mathcal{E}}{3}$$ Вынесем q_1:

$$\frac{kq_1}{r_1}\left(1-\frac{r_2}{r_1}\right)=\frac{\mathcal{E}}{3}$$ Выносим r_1:

$$\frac{kq_1}{r_1}\left(\frac{r_1-r_2}{r_1}\right)=\frac{\mathcal{E}}{3}$$

$$q_1=\frac{\mathcal{E} r_1^2}{3k(r_1-r_2)}$$ Вывели q_1

4

Найдем q_2:

$$q_2=\frac{q_1\cdot r_2^2}{r_1^2}$$

$$q_2=\frac{\mathcal{E} r_1^2}{3k(r_1-r_2)}\cdot\frac{r_2^2}{r_1^2}=\frac{\mathcal{E} r_2^2}{3k(r_1-r_2)}$$

Ответ: $q_1=\frac{\mathcal{E} r_1^2}{3k(r_1-r_2)}$; $q_2=\frac{\mathcal{E} r_2^2}{3k(r_1-r_2)}$?

№5

Дано:

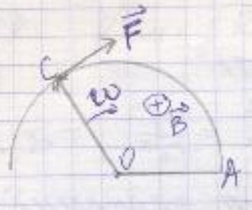
L

F

ω

B

R – ?



Решение.   55-11-46

Равнодействующая всех сил будет равна нулю, так как мы знаем из условия, что вращающийся стержень (OC) движется с постоянной угловой скоростью (ω).

$\vec{F} = \vec{F_A}$ (силе $\vec{F}$ противодействует F_A (сила Ампера)) $\Rightarrow$ так как стержень - проводящий и движется с $\omega = const$ в магнитном поле.

$F_A = BIl \cdot \sin\alpha$ 4

$l = L$ (длина OC)

В нашем случае $\mathcal{E} = U$, тогда из формулы $I = \frac{U}{R} \Rightarrow R = \frac{U}{I}$

$\mathcal{E} = U = BLv\sin\alpha$

$BLv\sin\alpha = IR$

$R = \frac{BLv\sin\alpha}{I}$

Выразим и подставим в формулу сопротивления из формулы силы Ампера.

$F_A = BIL\sin\alpha$

$I = \frac{F_A}{BL\sin\alpha}$

$R = \frac{B v L \sin\alpha \cdot BL\sin\alpha}{F_A} = \frac{B^2L^2 v \sin^2\alpha}{F_A}$

Так как $F_A = F$, то

$R = \frac{B^2L^2 v \sin^2\alpha}{F}$

$v = \omega R$

так как $R = L$, то $v = \omega L$, тогда $\Rightarrow$

$R = \frac{B^2L^2\sin^2\alpha \cdot \omega L}{F} = \frac{B^2L^3\omega\sin^2\alpha}{F}$

В нашем случае $\angle\alpha = 90^\circ \Rightarrow \sin^2\alpha = 1$

(так как поле перпендикулярно системе)

Тогда $\Rightarrow$ $R = \frac{B^2L^3\omega}{F}$

Ответ: $R = \frac{B^2L^3\omega}{F}$

№1

Дано:

$\omega = const$

R

d

$v(t) - ?$

Решение

Так как $\omega = const$, $T = \frac{t}{N}$ $\Rightarrow$

$\Rightarrow \omega = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi N}{t}$ (N – номер текущего витка, t – время)

В зависимости от числа

витков, скорость катушки, на кото- 55-11-46
рую наматываем, изменяется:

$v_1 = \omega(R+d) = \omega R + \omega d$

$v_N = \omega(R+Nd) = \omega R + \omega N d$

$v_2 = \omega R + \omega 2d$

Выразим N через формулу $N = \frac{\omega t}{2\pi}$:

$v(t) = \omega R + \frac{\omega^2 t d}{2\pi}$

Ответ: $v(t) = \omega R + \frac{\omega^2 t d}{2\pi}$ 20

№6

Дано:

h

$h = 5$

p_0

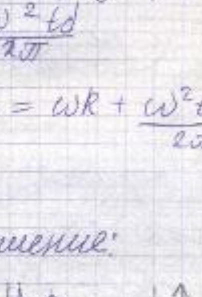
S

$mg = p_0 S$

$h_3 - ?$

Решение:

1)



Т.к. от помещения одного поршня до помещения следующего проходит большой промежуток времени, то в сосуде устанавливается температура окружающей среды => процесс изотермический.

При изотермическом процессе используется закон Бойля-Мариотта:

$p_1V_1 = p_2V_2$

$\Downarrow$

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{V_2}{V_1} = \frac{Sh_2}{Sh_1}$

Сократим S и получим:

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{h_2}{h_1}$

Т.к. m (масса поршня) и давление связаны зависимостью $mg = p_0S$

Поршень оказывает давление в одну атмосферу $p_0 = \frac{mg}{S}$ (2)

т.к. $mg = F_т$, то $p_0 = \frac{F_т}{S}$ $\Rightarrow$

В первом случае под поршнем давление

$2p_0 = p_{атм} + p'$; где p' – p поршня

Над поршнем: p_0 (атмосфера)

$\frac{p_1}{p_2} = \frac{p_0}{2p_0} = \frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{2}$

Тогда $2h_2 = h_1$

$h = h_1 + h_2$

Таким образом $\frac{p_1}{p_2} = \frac{1}{2}$ $\frac{h_1}{h_2} = \frac{2}{1}$ 55-11-46

2) Помещаем второй поршень:

На дно оказывается давление

$3p_0 = p_1 + p_2 + p_{атм}$ где p_1 – p поршня 1, p_2 – p поршня 2

Таким образом ситуация между поршнями в данном случае совпадает с ситуацией между поршнем и дном в случае 1)

$p_1 : p_2 : p_3 = 1 : 2 : 3$

тогда h относятся как:

$h_1 : h_2 : h_3 = 3 : 2 : 1$

Таким образом получаем рисунки и зависимости для остальных трех случаев:

$h_1 : h_2 : h_3 : h_4 = 4 : 3 : 2 : 1$

$p_1 : p_2 : p_3 : p_4 = 1 : 2 : 3 : 4$

3)

4)

Зависимости:

$p_1:p_2:p_3:p_4:p_5=1:2:3:4:5$

$h_1:h_2:h_3:h_4:h_5=5:4:3:2:1$

5)

$p_1:p_2:p_3:p_4:p_5:p_6=1:2:3:4:5:6$

$h_1:h_2:h_3:h_4:h_5:h_6=6:5:4:3:2:1$

Так как нам известно отношение высот, то мы можем найти на сколько частей нам следует поделить h:

$6+5+4+3+2+1=21$ => Высота, на которой находится первый поршень равна $\boxed{\frac{h}{21}}$

Найдем высоту третьего поршня:

Высота первого и второго равны: $\frac{h}{21}$ и $\frac{2h}{21}$ соответственно.

Тогда $h_3=\frac{h}{21}+\frac{2h}{21}+\frac{3h}{21}=\frac{6h}{21}$

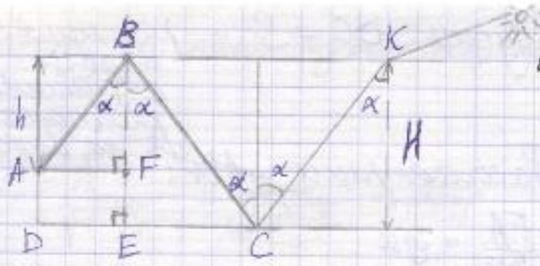
Ответ: $h_3=\frac{6h}{21}$

№4 55-11-46

Дано:

$H = BE$

$\dfrac{S}{h} - ?$



Решение:

Так как мы знаем, что n(воды) > n(воздуха), то свет преломляется, когда падает на воду в точке K. После этого свет поочередно отражается в точках C, B (от дна и от поверхности воды соответственно) с одинаковым углом равным α. При этом свет может отразиться в точке B только тогда, когда угол α > угла полного преломления. Например, α(предельное воды) ≈ 49°. Поэтому пловец может видеть в „зеркале" только те участки дна, которые находятся дальше точки C.

Пусть $DC = S$ - расстояние от пловца до точки C (минимальное расстояние от пловца до видимых участков)

Рассмотрим $\triangle ABF$:

$\frac{FA}{BF} = tg\alpha$

1) т.к. $BF = h \Rightarrow h = \frac{FA}{tg\alpha}$

По рисунку видно, что $FA = ED$,

2) $ED = S - EC$

Рассмотрим $\triangle EBC$:

так как $BE = H$, то

$EC = H tg\alpha$

Подставим значение EC в формулу 2)

$ED = S - H tg\alpha$

Т.к $ED = FA$, то выразим h, подставив имеющиеся значения:

$h = \frac{S - H tg\alpha}{tg\alpha}$

Из формулы α предельного:

$\sin\alpha = \frac{1}{n}$

$\alpha = \arcsin\frac{1}{n}$

Из математики нам известно, что

$$tg(\arcsin \alpha) = \frac{\alpha}{\sqrt{1-\alpha}}$$

$$tg\left(\arcsin \frac{1}{n}\right) = \frac{\frac{1}{n}}{\sqrt{1-\frac{1}{n}}} = \frac{1}{n\sqrt{\frac{n^2-1}{n^2}}} = \frac{1}{\sqrt{n^2-1}}$$

Таким образом, подставим данное выражение в формулу искомой

$$h = \frac{S - H \cdot \frac{1}{\sqrt{n^2-1}}}{\frac{1}{\sqrt{n^2-1}}} = \frac{\sqrt{n^2-1} \cdot S - H}{\sqrt{n^2-1}} \cdot \sqrt{n^2-1} =$$

$$= S\sqrt{n^2-1} - H$$

Ответ: $h = S\sqrt{n^2-1} - H$

20

55-11-46